



ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA RECOLECCIÓN SOSTENIBLE DE ACEITES
USADOS EN ESTABLECIMIENTOS GASTRONÓMICOS DE CHÍA PARA SU
POSTERIOR TRANSFORMACION A TRAVES DE LA SAPONIFICACIÓN

PROYECTO DE GRADO – PROYECTO DE INTEGRACIÓN

AGUILAR ROJAS RONAL STIVEN
GAITÁN MORENO JESSICA XIOMARA
PARDO ORDOÑEZ PAULA ANDREA

UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE INGENIERIA
ABRIL 2024
BOGOTÁ D.C.



Contenido

1. Resumen ejecutivo:	3
2. Introducción:	4
3. Objetivos:.....	5
3.1. Objetivo General:	5
3.2. Objetivos Específicos:	5
4. Definición del Problema:.....	6
4.1. Preguntas de Investigación:	8
4.2. Maneras que se usarán para la identificación del problema de la investigación...	8
5. Justificación.....	10
6. Análisis de requerimientos.....	12
6.1. Intención del Producto:	12
6.2. Verificación de Parámetros de Diseño:	12
6.3. Estimación de Características de Diseño o Especificaciones del Producto:	12
7. Marco de referencia	13
8. Análisis de restricciones	17
9. Metodología para la selección y desarrollo de la solución	19
10. Referencias	44



ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA RECOLECCIÓN SOSTENIBLE DE ACEITES USADOS EN ESTABLECIMIENTOS GASTRONÓMICOS DE CHÍA PARA SU POSTERIOR TRANSFORMACION A TRAVES DE LA SAPONIFICACIÓN

1. Resumen ejecutivo:

El proyecto de grado se centra en el estudio de viabilidad técnica y económica para la recolección de aceites usados generados en los restaurantes de Chía. En este estudio, se evaluarán aspectos relacionados con la recolección, almacenamiento, transporte y tratamiento de los aceites usados, para proponer una solución sostenible y rentable para su gestión adecuada.

En un principio, se analizará la situación actual de generación de aceites usados en los restaurantes de la zona, y de las prácticas de gestión de residuos existentes. Posteriormente, se estudiarán las diferentes tecnologías y métodos disponibles para la recolección y tratamiento de aceites usados, considerando su eficiencia, costos e impacto ambiental.

Además, se llevará a cabo un análisis económico detallado que incluirá la estimación de costos de inversión inicial, costos operativos y posibles fuentes de financiamiento. Se evaluará la viabilidad financiera del proyecto, considerando aspectos como el retorno de la inversión, el periodo de recuperación y la rentabilidad esperada.

Finalmente, se elaborarán recomendaciones y conclusiones basadas en los hallazgos del estudio, con el objetivo de proporcionar una guía práctica para la implementación exitosa de un sistema de recolección de aceites usados en los restaurantes de Chía, que contribuya tanto a la protección del medio ambiente como al desarrollo económico sostenible de la región.



2. Introducción:

El adecuado manejo de residuos en la industria gastronómica representa un desafío importante en términos de sostenibilidad ambiental y eficiencia económica. En este contexto, el proyecto de grado se enfoca en abordar la problemática de gestión de aceites usados en los restaurantes de Chía.

Los aceites usados, generados en grandes cantidades por los establecimientos gastronómicos, plantean una serie de riesgos ambientales significativos si no se gestionan adecuadamente. Desde la contaminación del suelo y el agua hasta la obstrucción de sistemas de alcantarillado, estos residuos pueden tener un impacto negativo considerable en el entorno local y en la salud pública.

Por otro lado, la gestión inadecuada de los aceites usados representa una oportunidad perdida en recursos económicos y energéticos. Estos residuos tienen el potencial de ser reciclados o reutilizados de diversas formas, lo que no solo reduce su impacto ambiental, sino que también puede generar ingresos adicionales para los restaurantes.

En este contexto, se destaca la importancia de desarrollar una solución integral que permita la recolección eficiente, el almacenamiento seguro, el transporte y el tratamiento adecuados de los aceites usados generados en los restaurantes de Chía. Esta solución no solo contribuirá a mitigar los impactos ambientales asociados con estos residuos, sino que también ofrecerá beneficios económicos tangibles para los propietarios de los establecimientos gastronómicos.

A través de este proyecto de grado, se busca proporcionar una propuesta concreta y viable para abordar esta problemática, aprovechando los principios de diseño de ingeniería y considerando las condiciones específicas del contexto local. Se espera que esta investigación no solo contribuya al conocimiento académico en el campo de la gestión de residuos, sino que también tenga un impacto práctico positivo en la comunidad de Chía y en la industria gastronómica en general.



3. Objetivos:

3.1. Objetivo General:

Evaluar la viabilidad técnica y económica de implementar un sistema de recolección de aceites usados en los restaurantes de Chía, con el fin de proponer una solución sostenible y rentable para la gestión adecuada de estos residuos.

3.2. Objetivos Específicos:

- 3.2.1. Realizar un diagnóstico detallado de la generación de aceites usados en los restaurantes de Chía, incluyendo la cantidad, características y métodos actuales de disposición.
- 3.2.2. Seleccionar tecnologías y métodos apropiados para la recolección, almacenamiento y transporte de aceites usados a la planta ubicada en Chía, considerando su eficiencia, costo y viabilidad técnica.
- 3.2.3. Realizar un análisis de viabilidad económica y ambiental estimado de costos de inversión inicial, costos operativos y posibles fuentes de financiamiento, dar recomendaciones específicas para la implementación exitosa del sistema de recolección de aceites usados en los restaurantes de Chía.



4. Definición del Problema:

El problema de investigación que se abordará se centra en la gestión inadecuada de los aceites usados generados en los restaurantes de Chía, Cundinamarca. La gestión inadecuada de estos aceites no solo representa un desafío ambiental, sino que también tiene consecuencias económicas y de salud pública significativas.

En Chía, al igual que en muchas otras partes del mundo, los aceites de cocina mal manejados pueden contaminar los recursos hídricos, obstruir las redes de alcantarillado y provocar problemas de salud pública debido a la manipulación y exposición insegura. El vertido de aceites usados en desagües y suelos conduce a la formación de una capa que impide la oxigenación natural del agua, afectando la flora y fauna acuática y generando costos elevados en la limpieza y mantenimiento de infraestructuras urbanas.

Además, la acumulación de aceites en los sistemas de alcantarillado puede provocar bloqueos que derivan en desbordamientos de aguas residuales, con el consiguiente riesgo de enfermedades transmitidas por el agua contaminada. Esto afecta a la comunidad local y puede tener repercusiones económicas significativas, por la necesidad de reparaciones y la pérdida de calidad ambiental que puede afectar el turismo y la calidad de vida en la región.

La falta de un sistema adecuado de recolección y tratamiento de aceites usados en los restaurantes de Chía exacerba estos problemas. Los restaurantes generan gran cantidad de aceite usado que, sin manejo adecuado, se desecha mal. Esta situación se ve agravada por la falta de conciencia y educación sobre la importancia de una gestión adecuada de los residuos.

Es crucial implementar estrategias de manejo adecuado de estos residuos para proteger los recursos hídricos, mantener la salubridad de los espacios urbanos y rurales, y garantizar prácticas sostenibles dentro de la industria alimentaria. La implementación de planes de gestión integral que incluyan la recolección, el reciclaje y la disposición final segura del aceite de cocina usado puede mitigar estos impactos negativos. Por ejemplo, el reciclaje de aceites usados para la producción de biocombustibles no solo ofrece una solución ambientalmente responsable, sino que también puede generar beneficios económicos adicionales para los restaurantes y la comunidad.

Adicionalmente, la educación y la concienciación sobre la importancia de una gestión



adecuada del aceite usado son fundamentales para cambiar las prácticas actuales y promover un enfoque más sostenible en la industria de servicios alimentarios. Campañas de sensibilización y formación para el personal de restaurantes y para la comunidad en general pueden ser herramientas eficaces para fomentar prácticas responsables y sostenibles.

En resumen, la gestión inadecuada de aceites usados en los restaurantes de Chía representa un problema multifacético que requiere una solución integral. La implementación de un sistema de recolección y tratamiento eficaz, junto con esfuerzos educativos y de concienciación, es esencial para abordar los desafíos ambientales, económicos y de salud pública asociados con la mala gestión de estos residuos. Este proyecto de investigación se propone desarrollar una solución viable y sostenible para mejorar la gestión de aceites usados en Chía, con el objetivo de proteger el medio ambiente, mejorar la salud pública y generar beneficios económicos para la comunidad.



4.1. Preguntas de Investigación:

- ¿Qué tecnologías hay para la recolección, almacenamiento y tratamiento de aceites usados y cuál sería la más adecuada para implementar en los restaurantes de Chía?

4.2. Maneras que se usarán para la identificación del problema de la investigación.

Elaboración de una lista de características clave de los sistemas actuales de gestión de residuos en los restaurantes de Chía.

- Identificación de locales a los que se les recogerá aceites.
- Identificación de zonas objetivo de recolección de los aceites, ubicación geográfica
- Identificación de tipos de residuos que se recolectan actualmente en el municipio de Chía
- Hacer énfasis en que no se recolectarán residuos sólidos, el enfoque es hacia los residuos de aceite de cocina.
- Identificar cómo dan disposición final a los aceites en los restaurantes del municipio.
- Búsqueda en Internet de casos exitosos de gestión de aceites usados en otros contextos, con el fin de obtener inspiración y aprendizaje útil para la investigación.

Cómo inspiración para este proyecto se identificó un proyecto de Ogilvy junto con Centelsa by Nexans llamado “SELF SUFFICIENT FOOD CART” en el cual crearon un prototipo de carro que permite que el aceite para cocinar desechado pueda tener otro uso, reduciendo el impacto ambiental.



...En la costa caribeña de Colombia existen más de 150.000 puestos móviles que mantienen vigente la gastronomía tradicional y se han convertido ya en patrimonio de un país y símbolo de identidad. Así, los carros de comida representan una parte importante de la microeconomía de la zona y constituyen la principal fuente de ingresos de más de 200.000 familias... (Ogilvy Colombia presenta Self-sufficient Food Cart (s. f.).)

A partir de esto crean el proyecto en el que el prototipo de este auto genera electricidad al reutilizar el aceite. Esto nos inspiró y nos retó a pensar cómo podemos contribuir al medio ambiente y adicional a la sociedad, por eso queremos que estos tengan un destino final aprovechable, así que nos dio la idea de darle un segundo uso a estos aceites mediante la saponificación, ayudando a reutilizarlo y generar un producto que se podrá vender después.



Imagen 1 - SELF SUFFICIENT FOOD CART – Tomado de <https://www.latinspots.com/sp/noticia/ogilvy-colombia-presenta-self-sufficient-food-cart/65992>



5. Justificación

El estudio de viabilidad técnica y económica para la recolección y tratamiento de aceites usados en los restaurantes de Chía se fundamenta en razones de importancia tanto local como global, atendiendo a las necesidades urgentes de gestión ambiental, salud pública y desarrollo sostenible.

En primer lugar, la gestión inadecuada de los aceites usados representa una seria amenaza para el medio ambiente y la salud pública en la región de Chía. La disposición incorrecta de estos residuos puede ocasionar contaminación del suelo, del agua y del aire. Cuando los aceites usados son vertidos en desagües o suelos, se forma una capa que impide la oxigenación del agua, afectando negativamente a la flora y fauna acuática. Esta contaminación puede llegar a los cuerpos de agua potable, afectando la calidad del agua y, por ende, la salud de la población.

Además, los aceites usados obstruyen los sistemas de alcantarillado, lo que puede provocar desbordamientos de aguas residuales y crear focos de infección y enfermedades. Estos bloqueos aumentan los costos de mantenimiento y reparación de infraestructuras urbanas, generando un impacto económico negativo en la comunidad. Asimismo, la exposición y manipulación inadecuada de aceites usados pueden generar riesgos para la salud de los trabajadores y la población en general.

La implementación de un sistema adecuado de recolección y tratamiento para los aceites usados permitirá mitigar estos impactos ambientales y de salud pública. Este sistema no solo contribuirá a la protección del medio ambiente, sino que también aprovechará el potencial económico de los residuos. La posibilidad de reciclar o reutilizar los aceites usados puede generar ingresos adicionales para los establecimientos gastronómicos y fomentar prácticas empresariales sostenibles y responsables. Por ejemplo, el reciclaje de aceites usados para la producción de biocombustibles puede ofrecer una solución ambientalmente responsable y económicamente viable.

A nivel local, este estudio contribuirá a mejorar las condiciones de salubridad y



calidad ambiental en Chía, promoviendo un desarrollo urbano más sostenible y una mejor calidad de vida para sus habitantes. Además, la implementación de un sistema de gestión de aceites usados ofrecerá oportunidades de empleo en el sector de la gestión de residuos y fomentará la innovación tecnológica en la región, impulsando el desarrollo de nuevas soluciones y prácticas sostenibles.

A nivel global, la investigación sobre la gestión de aceites usados es relevante en el contexto de los esfuerzos internacionales para abordar el cambio climático y promover la economía circular. La correcta gestión de estos residuos contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la conservación de los recursos naturales. Al desarrollar y compartir mejores prácticas en este ámbito, contribuiremos al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente aquellos relacionados con la acción climática, la vida submarina y la salud y bienestar.

En resumen, este estudio responde a una necesidad urgente en la comunidad de Chía y tiene el potencial de generar impactos positivos a nivel local, nacional e internacional, tanto en el ámbito ambiental como en el económico y social. Por lo tanto, su realización es crucial para el bienestar presente y futuro de la región y del planeta en su conjunto, contribuyendo a un futuro más sostenible, equitativo y próspero para todos.



6. Análisis de requerimientos

6.1. Intención del Producto:

- Definir la finalidad principal del sistema, que es recolectar y tratar los aceites usados generados en los restaurantes de Chía de manera eficiente y sostenible.
- Identificar los objetivos específicos del proyecto, como reducir la contaminación ambiental, evitar la obstrucción de sistemas de alcantarillado, y generar oportunidades económicas a partir de la reutilización de los aceites usados.

6.2. Verificación de Parámetros de Diseño:

- Evaluar la capacidad de recolección necesaria en función del volumen estimado de aceites usados generados por los restaurantes de la zona en un período determinado.
- Verificar los requisitos técnicos para el almacenamiento seguro de los aceites usados, considerando factores como la temperatura, la corrosión y la prevención de fugas.
- Asegurar el cumplimiento de normativas ambientales y de salud en cuanto al manejo y tratamiento de residuos peligrosos como los aceites usados.

6.3. Estimación de Características de Diseño o Especificaciones del Producto:

- Determinar la potencia requerida para los equipos de recolección y tratamiento, basándose en la cantidad y viscosidad de los aceites usados a ser procesados.
- Estimar el rendimiento del sistema en términos de eficiencia de recolección (porcentaje de aceites usados recuperados) y calidad del tratamiento (porcentaje de residuos contaminantes removidos o neutralizados).
- Especificar características técnicas como capacidad de procesamiento por hora, consumo de energía, requerimientos de espacio físico y condiciones operativas óptimas (temperatura, humedad, etc.).



7. Marco de referencia

Según Fedepalma en noviembre de 2023 de produjeron 130 mil toneladas de aceite, y las ventas de este fue de 140 mil toneladas, la producción de este aumento en un 3.4% con respecto a la producción del año 2022 en Colombia, siendo los aceites comestibles del segmento con mayor cantidad de demanda en el mercado nacional con un 49%, seguido por el Biodiesel el cual corresponde al 42% (Fedepalma-FEP Palmero, 2023), lo cual nos muestra que este es uno de los productos con mayor consumo, adicionalmente evidencia una gran cantidad de aceite que tendrá la necesidad de tener una disposición final adecuada.

El aceite vegetal usado tiene un impacto negativo en el agua ya que este dificulta su oxigenación, su presencia en mínimas cantidades puede llegar a contaminar grandes cantidades de agua, por ejemplo, se estima que con solo un litro de aceite de cocina usado se puede contaminar hasta 1.000 litros de agua (Orlando Miranda Samper et al., 2023)

Adicionalmente no solo contamina el agua, en la mayoría de los casos también está generando daños en las tuberías ya que al arrojarlo por los ductos este genera una capa que hace que estos se vayan taponando lo cual genera problemas de salud pública. Las leyes y las regulaciones del país al implementar la gestión de residuos y el manejo de los aceites usados. Ya que es una parte importante hablando ambientalmente al hacernos responsables del buen tratamiento de estos y no generando un gran impacto al planeta tierra. Además, va de la mano de la educación y la sensibilización a la sociedad en el aprovechamiento de aceites usados. Creando iniciativas en las cuales se involucren a la comunidad como la concienciación sobre los beneficios ambientales y la reutilización de los recursos que consideramos como desperdicios pero que puede ser reutilizables dando una segunda oportunidad y generando un menor impacto ambiental.

Adicionalmente a la inspiración que se mencionó anteriormente en el apartado de más maneras de investigación, se encontró información de otra empresa que genera inspiración, esta es empresa barranquillera RecoOils la cual ha implementado un sistema innovador para la recolección y disposición final del Aceite de Cocina Usado (ACU) de negocios, lo cual representa un avance significativo en la gestión ambiental y la responsabilidad corporativa. Este tipo de iniciativas son fundamentales para la protección del medio ambiente, ya que el ACU



puede causar graves daños al ecosistema si no se maneja adecuadamente. La recolección sistemática y el tratamiento adecuado del ACU no solo previenen la contaminación del agua y del suelo, sino que también abren la puerta a la posibilidad de reciclar este residuo en productos útiles, como biodiesel, jabones y otros productos de limpieza. Además, la acción de RecoOils destaca la importancia de la colaboración entre las empresas y la comunidad para lograr un impacto positivo en el medio ambiente.

Al trabajar juntos, los negocios pueden contribuir a una economía circular, donde los residuos se convierten en recursos, y se promueve un desarrollo sostenible. La iniciativa de RecoOils también puede servir de modelo para otras empresas que buscan implementar prácticas sostenibles y responsables.

Con el creciente enfoque en la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental, es probable que se observen más empresas adoptando estrategias similares para la gestión de residuos. Esto no solo beneficia al planeta, sino que también puede ofrecer ventajas económicas a las empresas, ya que la reducción de residuos y la reutilización de materiales pueden llevar a una disminución de costos y a la creación de nuevas oportunidades de negocio. "Le permitirá a su negocio contribuir positivamente con el cuidado del medio ambiente y obtener la certificación que exigen las entidades gubernamentales", su trabajo ha sido premiado y ha sido excelente en cuanto a recolección y tratamiento del aceite para mitigación del impacto ambiental. La labor de RecoOils es un ejemplo inspirador de cómo las empresas pueden desempeñar un papel crucial en la promoción de prácticas ambientales sostenibles y en la construcción de un futuro más verde para todos

El proyecto mencionado anteriormente inspira a realizar el estudio y la viabilidad en el municipio de Chía, dado su crecimiento poblacional. Este se debe a la alta cantidad de unidades habitacionales que se están construyendo, lo cual también trae consigo un desarrollo comercial y la expansión de las zonas comerciales, como los restaurantes

En los próximos años, sería de gran valor poder afirmar algo similar a la declaración actual de la empresa Reco Oils: "Somos especialistas en la recolección y reciclaje de Aceite de Cocina Usado. Nuestra política ambiental se centra en la preservación del medio ambiente mediante el



reciclaje de este residuo en toda la Costa Atlántica Colombiana". Este tipo de compromiso con la sostenibilidad y la preservación del medio ambiente es esencial para construir un futuro más verde y sostenible para las próximas generaciones.

Certificaciones por nuestra Gestión:



Figura2. Certificaciones de RecoOils tomado de <https://recoils.com.co/nosotros/>

Basándose en esta información, se ha decidido ampliar la investigación de para explorar más a fondo el destino final del aceite de cocina usado después de su recolección. Este enfoque permitirá comprender mejor el ciclo completo de reciclaje y los impactos ambientales y económicos asociados.

Al examinar detenidamente este proceso, se podrán identificar oportunidades para mejorar la eficiencia, reducir los residuos y maximizar el valor ambiental de este recurso recuperado.

Saponificación: La saponificación es el proceso en la que se forman sales de sodio y potasio de ácidos carboxílicos, esto ocurre por la hidrólisis alcalina de grasas naturales. La saponificación es el nombre que se da a la hidrólisis de un éster en una dilución básica, el mecanismo de sustitución en el que ocurre la reacción es el acil-nucleofílica. (QUIMICA.ES)



Mecanismo de reacción:

Existen tres etapas por las que pasan los ácidos grasos para la obtención final del jabón junto con la glicerina. La primera etapa consiste en la adición nucleófila del ion hidroxilo en el enlace éster separando así las tres cadenas hidrocarbonadas.

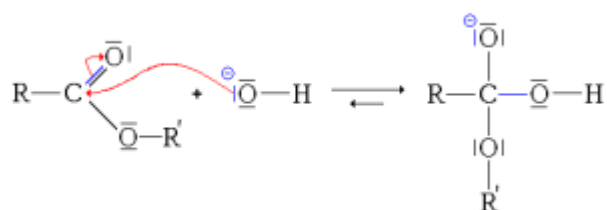


Figura 3: Ataque nucleófilo al enlace éster.

Durante la segunda etapa ocurre una reacción ácido-base, una vez es eliminado el ion alcohol atado (hidroxi-), entre el ácido carboxílico resultante y la base fuerte. La base utilizada es hidróxido de sodio que debe adicionarse lentamente al sistema reactivo por su naturaleza violentamente reactiva en presencia de agua y ácidos, y liberar así calor controlada.

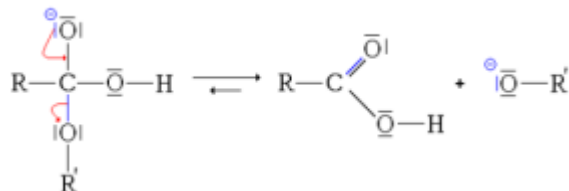


Figura 4: Ataque nucleófilo al ácido graso.

Finalmente, para la tercera etapa la cadena libre de las grasas reacciona con los iones libres hidroxilos formando finalmente el glicerol.

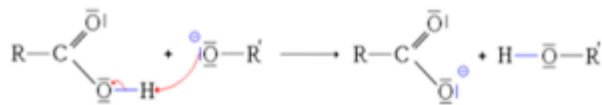


Figura 5: Formación del glicerol.

Las condiciones de reacción, aunque bien pueden llevarse a cabo a temperatura ambiente, lo ideal sería hacerlo a una temperatura media de 70°C con el fin de solubilizar las cadenas hidrocarbonadas favoreciendo los choques moleculares que generan las reacciones. Por eso es importante mantener una agitación cuidando que no se generan burbujas o espuma para evitar salpicaduras y riesgos por el uso del hidróxido. Aunque con esto ya se conseguido la obtención de un jabón, en la industria es común adicionarle una pequeña cantidad de ácido cítrico y sal de cocina para dejar un pH de 7 a 7,5 evitando cambios de pH en la piel una vez es usado, además de EDTA como agente quelante que atraparía los iones metálicos libres en el agua con un poco de colorante y esencias que le den un aspecto agradable al jabón caracterizándolo para la venta comercial. (Robles, 2014).

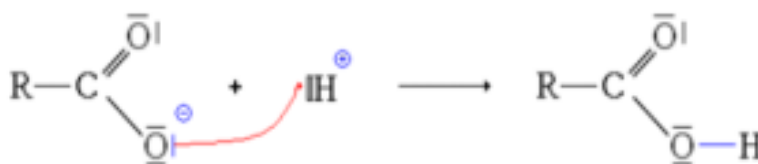


Figura 6: Neutralización del jabón.

8. Análisis de restricciones

Lo que hace destacar a este proyecto es su flexibilidad y la ausencia de limitaciones que puedan impedir su implementación. A pesar de su potencial para abarcar un amplio espectro, se propone, en esta etapa inicial, enfocar los esfuerzos en el municipio de Chía. Esta decisión estratégica permitirá un despliegue más controlado y eficiente, facilitando la identificación de áreas de mejora y la realización de ajustes necesarios para optimizar su funcionamiento.



Una vez superada esta fase inicial y alcanzada una etapa de estabilidad operativa, se evaluará la viabilidad de expandir el alcance del proyecto a otros municipios del país o incluso a ciudades principales. Esta expansión gradual permitirá aprovechar los aprendizajes obtenidos en la fase inicial y replicar el éxito del proyecto en nuevos entornos, generando un impacto positivo a mayor escala



9. Metodología para la selección y desarrollo de la solución

Conforme a lo establecido en la definición del problema y la delimitación previamente acordada, este apartado detallará la estrategia de solución propuesta y el enfoque metodológico para su implementación.

Por el impacto ambiental significativo causado por la disposición inadecuada de aceites usados en los ductos o afluentes de agua, que daña irreversiblemente, se enfocó este proyecto en proponer una solución que mitigue el problema recolectando aceites usados de los restaurantes en Chía, para transformarlos en jabón saponificación.

El proyecto contempla la identificación de los restaurantes en el municipio y la delimitación de estos, para determinar los que se abordarán inicialmente para iniciar el proceso de recolección. Se propone establecer un mecanismo de recolección utilizando envases retornables que puedan almacenar la cantidad de aceite desechado semanalmente por cada restaurante. Posteriormente, se realizará un recorrido de recolección para recoger los envases llenos y dejar uno vacío, estableciendo así una ruta de recolección.

Finalmente, al ser recolectado el aceite, este será llevado a una planta donde se le dará el tratamiento adecuado, este aceite se depositará en contenedores donde los sedimentos podrán decantarse, permitiendo que el aceite de la parte superior quede libre de impurezas para un filtrado más efectivo

La conversión de aceite en jabón es un proceso que combina la química con la sostenibilidad. Este método no solo proporciona una forma de reciclar el aceite usado, sino que también crea un producto útil y ecológico, la saponificación es la reacción química clave en este proceso, donde el aceite reacciona con un álcali, generalmente soda cáustica, para formar jabón y glicerina.

Para comenzar, es esencial filtrar el aceite usado para eliminar impurezas. Luego, se mezcla con agua destilada y soda cáustica en un recipiente adecuado, teniendo en cuenta las medidas de seguridad necesarias, como trabajar en un área bien ventilada y usar equipo de protección personal. Durante la reacción, es importante mezclar lentamente y con cuidado



para controlar la temperatura y la consistencia. Cuando la mezcla llega a la "traza", se pueden añadir ingredientes adicionales como fragancias o exfoliantes naturales.

El jabón resultante debe curarse durante varias semanas antes de su uso para asegurar que la saponificación esté completa y el pH sea seguro para la piel. Este proceso no solo reduce el desperdicio y evita la contaminación del agua, sino que también ofrece una alternativa creativa y personalizable para los productos de limpieza del hogar. (Revista Completa, 2023)

La decisión de producir jabón como producto final es una iniciativa que combina la sostenibilidad ambiental con el emprendimiento. El jabón, un artículo diario en todos los hogares, representa una oportunidad de negocio y una forma de contribuir positivamente al medio ambiente. La recolección de aceite usado para la fabricación de jabón ayuda a reducir la contaminación, ya que evita que este desecho termine en fuentes de agua, donde puede causar daños significativos a la vida acuática y al ecosistema en general. Además, el proceso de elaboración del jabón es relativamente sencillo y puede ser una excelente manera de involucrar a la comunidad, educar sobre prácticas sostenibles y fomentar la responsabilidad ambiental. Al generar ingresos a través de la venta de los jabones, se crea un modelo de negocio que no solo es económicamente viable, sino que también promueve la conciencia ecológica. Este tipo de proyectos tiene el potencial de inspirar a otros a buscar formas innovadoras de reciclaje y reutilización de materiales que comúnmente se desechan, transformándolos en productos útiles y ecológicos.

Además de los puntos anteriores se analizarán los elementos a considerar para realizar este proyecto, como obtener los permisos y licencias necesarios para recoger aceite usado y producir jabón y cumplir con las normas de higiene y seguridad alimentaria para manipular aceite usado y elaborar jabón.



Por otro lado, se establecerán indicadores de desempeño a fin de tener claro el cumplimiento de los objetivos que se sean cumplir con la realización de este proyecto:

- Definir indicadores para medir el impacto ambiental del proyecto.
- Evaluar la eficiencia del sistema de recolección y producción de jabón.
- Monitorear la satisfacción de los clientes y socios comerciales.
- Realización de evaluaciones periódicas:
- Analizar los resultados obtenidos y compararlos con los objetivos establecidos.
- Identificar áreas de mejora y realizar los ajustes necesarios en la implementación del proyecto.
- Documentar las lecciones aprendidas y compartirlas con otras iniciativas similares.

Solución de ingeniería para la recolección sostenible de aceites usados en establecimientos gastronómicos de Chía para su posterior transformación a través de la saponificación se dará a continuación:

Los aceites usados en establecimientos gastronómicos de Chía representan una fuente significativa de contaminación ambiental si no se manejan adecuadamente. La saponificación es un proceso químico que transforma los aceites usados en jabón, un producto útil y biodegradable. Este análisis de factibilidad evalúa la viabilidad de implementar una solución de ingeniería para la recolección sostenible de aceites usados en Chía y su posterior transformación a través de la saponificación.

Como objetivo se tiene implementar un sistema eficiente para la recolección y manejo de aceites usados, evitando su vertido en el sistema de alcantarillado o en el medio ambiente y transformar los aceites usados en un producto útil y biodegradable como el jabón, contribuyendo a una economía circular, a su vez generar valor económico con oportunidades de negocio a partir de la valorización de los aceites usados, beneficiando a los establecimientos gastronómicos y a la comunidad local.



Metodología:

Análisis de la situación actual:

- Identificar el volumen y la frecuencia de generación de aceites usados en los establecimientos gastronómicos de Chía.
- Evaluar los métodos actuales de manejo de aceites usados, incluyendo su impacto ambiental y económico.
-

Diseño de la solución de ingeniería:

- Proponer un sistema de recolección eficiente y de bajo costo para los aceites usados.
- Dimensionar la planta de saponificación en función del volumen de aceites recolectados.
- Seleccionar la tecnología de saponificación más adecuada en términos de eficiencia, costos y sostenibilidad.

Evaluación económica y financiera:

- Estimar los costos de inversión en la implementación del sistema de recolección y la planta de saponificación.
- Proyectar los ingresos por la venta de jabón u otros productos derivados de la saponificación.
- Calcular la viabilidad económica del proyecto mediante indicadores como la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN).

Análisis social y ambiental:

- Evaluar el impacto social del proyecto en términos de generación de empleo, capacitación y desarrollo comunitario.
- Cuantificar los beneficios ambientales asociados a la reducción de la contaminación por aceites usados y la valorización de estos residuos.



Viabilidad social y ambiental:

La implementación de un sistema de recolección y valorización de aceites usados en Chía tendría un impacto positivo en la comunidad local, generando empleo, promoviendo la educación ambiental y contribuyendo a la protección del medio ambiente. Además, la reducción de la contaminación por aceites usados y la producción de jabón biodegradable contribuirían a la sostenibilidad ambiental del municipio.

1. Descripción Técnica de la Solución Propuesta

Para poder focalizar una población o muestra es necesario planificar La metodología cualitativa no se limita a la recopilación de datos, sino que implica un enfoque que reconoce la subjetividad de los sujetos sociales y sus relaciones con los contextos y otros actores sociales (Galeano, 2020)

La población de estudio en este proyecto se encuentra en el municipio de Chía Cundinamarca la cual tiene necesidades de recolección de Aceites ya que hasta la fecha no se cuenta con una empresa que haga este tipo de recolección.

a. Sistema de Recolección de Aceites Usados

Proceso de Recolección:

- Identificación y Registro de Restaurantes:
- Registro de 100 restaurantes en Chía que generen aceites usados.
- Cada restaurante se suscribe al servicio de recolección por una tarifa mensual de 150,000 COP.

**Frecuencia de Recolección:**

- Recolección semanal de aceites usados.
- Programación de rutas de recolección optimizadas para minimizar costos de transporte y maximizar eficiencia.

Equipos de Recolección:

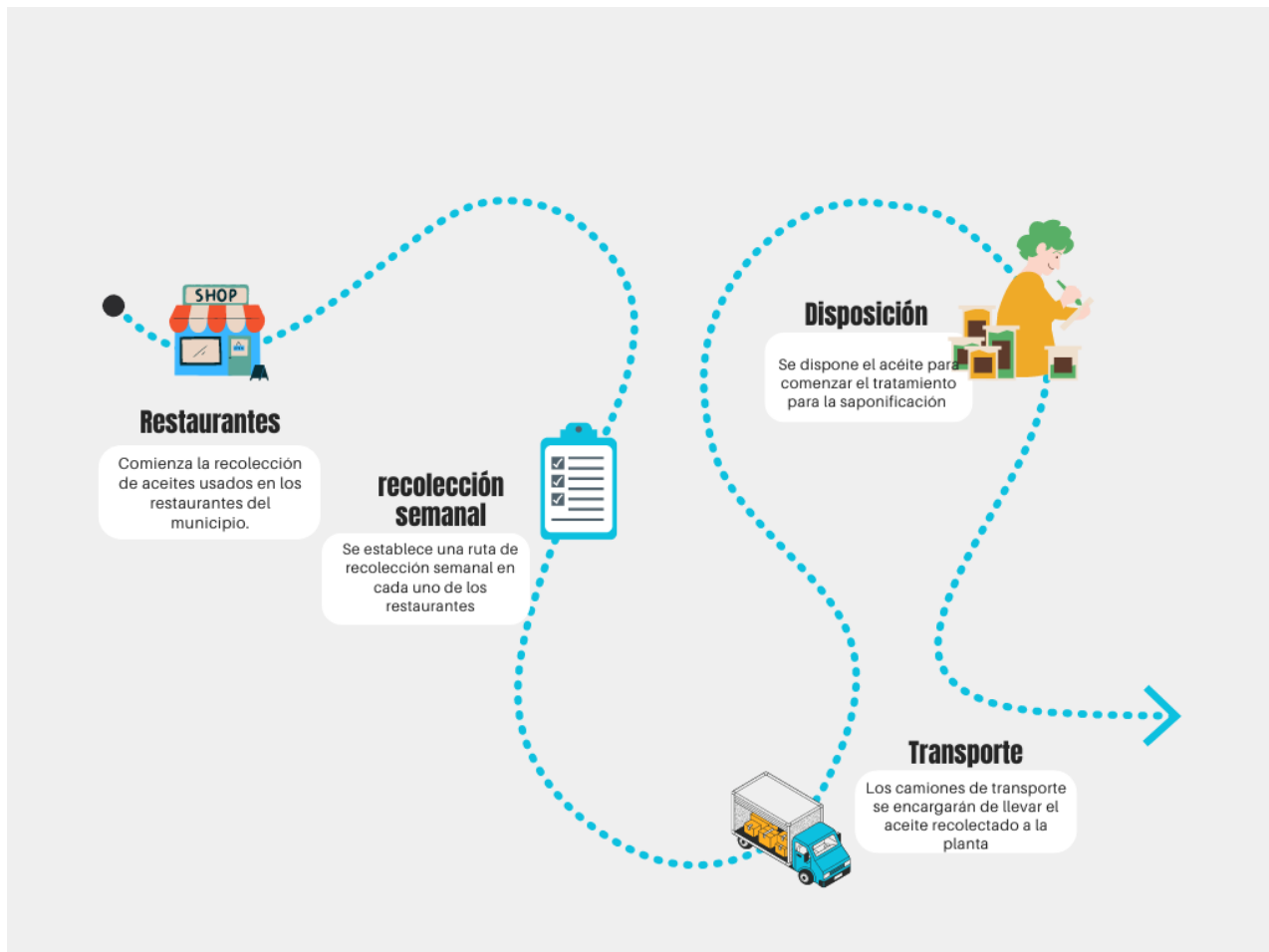
- Uso de camiones equipados con contenedores especializados para aceites usados.
- Equipos de protección personal (EPP) para los operarios que realizan la recolección.

Almacenamiento Temporal:

- Los aceites recolectados se almacenan temporalmente en una planta central antes de su tratamiento.



Gráfica 1: Flujo del Proceso de Recolección



Propuesta Detallada del Servicio de Recolección y Tratamiento:

Descripción del Servicio

Servicio de Recolección de Aceites Usados

- Cada restaurante que se suscriba al servicio de recolección de aceites usados en Chía pagará una tarifa mensual de 150,000 COP. Este servicio incluirá los siguientes componentes:



Registro y Monitoreo:

- Registro Inicial: Inscripción del restaurante en la plataforma de gestión de residuos.
- Monitoreo: Seguimiento del volumen de aceite usado generado y recolectado a través de un sistema de gestión digital.

Frecuencia de Recolección:

- Recolección Semanal: Recolección de aceites usados una vez a la semana, asegurando que los residuos no se acumulen y se mantengan en condiciones adecuadas para su tratamiento.

Provisión de Contenedores:

- Contenedores Especializados: Suministro de contenedores adecuados para el almacenamiento temporal de aceites usados en los restaurantes.
- Mantenimiento y Limpieza: Servicio de limpieza y mantenimiento de los contenedores para evitar problemas de higiene.

Transporte Seguro:

- Camiones Equipados: Uso de camiones equipados con contenedores especializados para el transporte seguro de aceites usados desde los restaurantes hasta la planta de tratamiento.

Tratamiento y Saponificación

El tratamiento de los aceites recolectados se realizará mediante el proceso de saponificación, el cual transforma los aceites en productos de valor agregado como jabón y glicerina.



Proceso de Saponificación:

- Recepción y Filtrado: Filtrado inicial de aceites para remover impurezas.
- Reactor de Saponificación: Transformación de aceites en jabón y glicerina mediante la adición de NaOH.
- Separación y Purificación: Separación de las fases sólida (jabón) y líquida (glicerina), y purificación de glicerina para su uso comercial.

Distribución de Productos:

- Entrega de Jabones: Cada restaurante suscrito recibirá una cantidad mensual de jabones producidos a partir de sus propios aceites usados.
- Productos Personalizados: Opción de personalización de los jabones con el logo del restaurante o en presentaciones especiales para clientes.

Beneficios del Servicio

Beneficios Ambientales:

- Reducción de Contaminación: Disminución significativa de la contaminación del agua y suelos.
- Contribución a la Economía Circular: Transformación de residuos en productos útiles, promoviendo prácticas sostenibles.

Beneficios Económicos:

- Ingreso Adicional: Posibilidad de vender jabones personalizados a los clientes.
- Reducción de Costos de Disposición: Menores costos relacionados con la disposición de residuos peligrosos.



Beneficios Operativos:

- Servicio Integral: Solución completa desde la recolección hasta la entrega de productos terminados.
- Conveniencia: Provisión de contenedores y servicios de recolección semanales facilitan la gestión de residuos para los restaurantes.

b. Proceso de Tratamiento de Aceites Usados

Proceso de Saponificación:

Recepción y Filtrado:

- Recepción de aceites en la planta de tratamiento.
- Filtrado inicial para remover impurezas y residuos sólidos.

Reactor de Saponificación:

- Aceites filtrados se introducen en un reactor de saponificación.
- Se añade una solución de hidróxido de sodio (NaOH) y agua.
- Reacción química que convierte los aceites en jabón y glicerina.

Separación y Purificación:

- Separación de la fase sólida (jabón) y la fase líquida (glicerina).
- Purificación de glicerina para usos industriales o cosméticos.

Embalaje y Distribución:

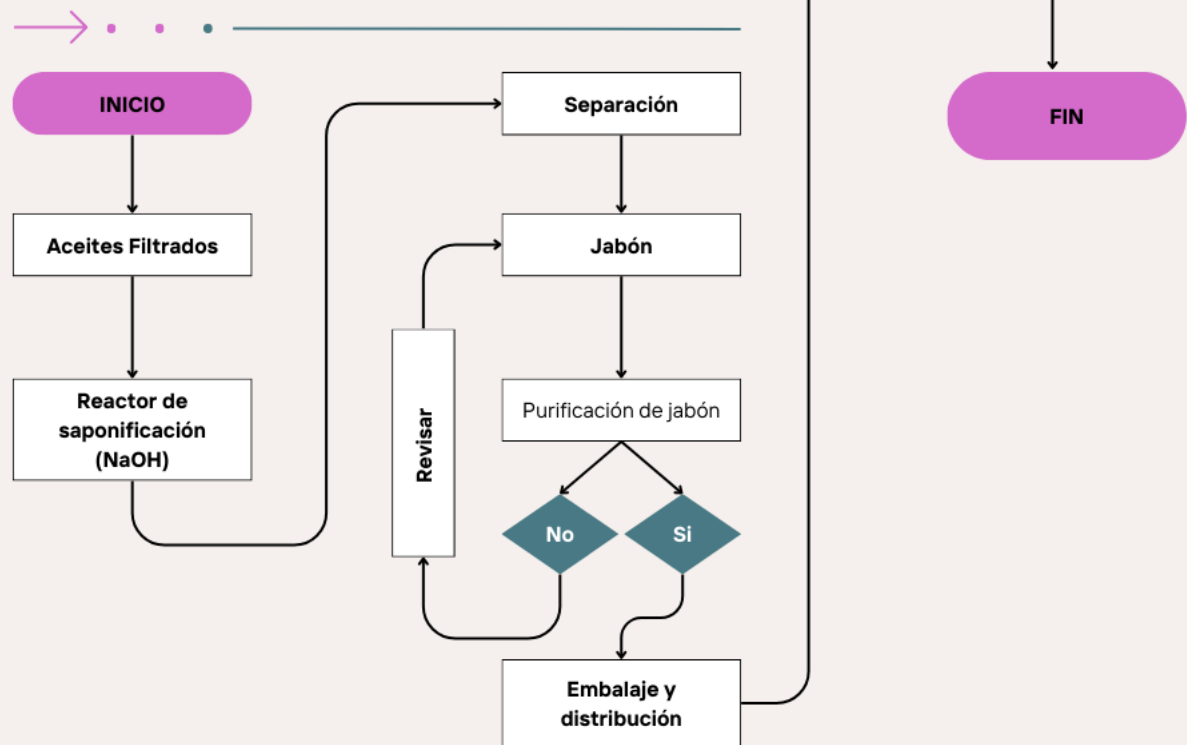
- Embalaje del jabón para su venta / entrega.
- Distribución de productos derivados (jabón y glicerina).

Gráfica 2: Diagrama del Proceso de Saponificación



Diagrama de proceso:

DESARROLLO TECNOLÓGICO





Anexo de cálculos saponificación

Moles de NaOH en base a un índice de saponificación:

$$300 \text{ g Aceite} * 220 \text{ mg NaOH} / \text{g Aceite} * 1 \text{ g NaOH} / 1000 \text{ mg NaOH} * 1 \text{ mol NaOH} / 40 \text{ g NaOH} = 1,65 \text{ mol NaOH}$$

Mililitro de Solución de NaOH en base a una concentración 1 M

$$1,65 \text{ mol NaOH} * 1000 \text{ mL SLN} / 1 \text{ mol NaOH} = 1650 \text{ mL}$$

Como la cantidad para saponificar es exagerada se decide concentrar el hidróxido de sodio en una concentración de 10 M para usar solo 165 mL.

Preparación de los 10 M en 250 mL

$$250 \text{ mL solución} * 10 \text{ mol NaOH} / 1000 \text{ mL solución} * 40 \text{ g NaOH} / 1 \text{ mol NaOH} = 100 \text{ g NaOH}$$

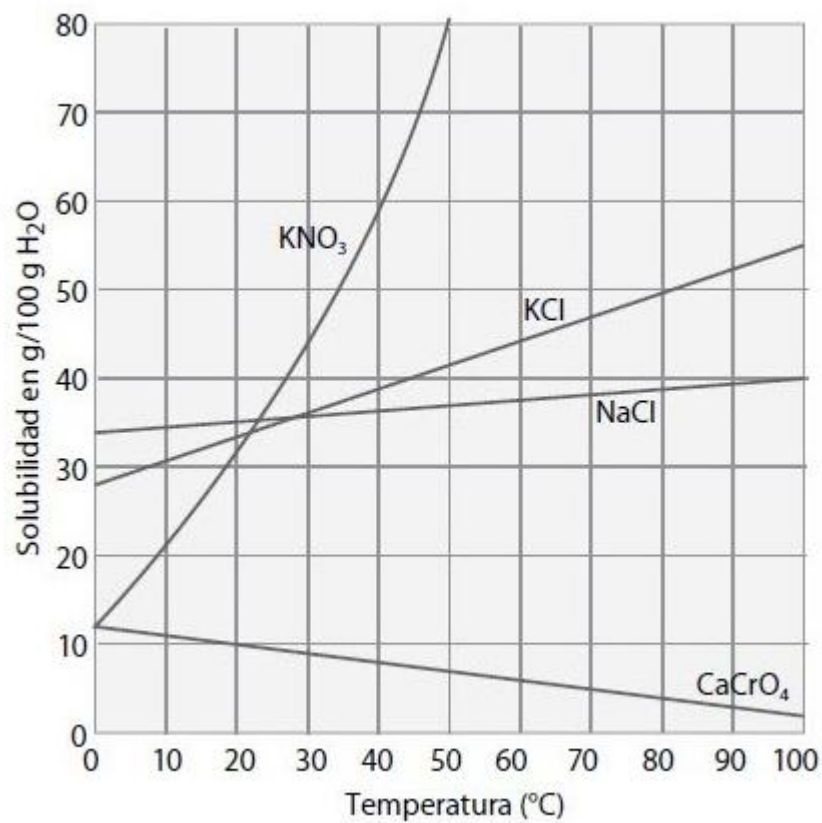
Por motivos económicos, pedir alrededor de 110 a 120 g de NaOH.

Preparación de solución saturada de NaCl a aproximadamente 40°C

$$50 \text{ mL H}_2\text{O} * 992,25 \text{ kg H}_2\text{O} / 1 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{O} * 1000 \text{ g} / 1 \text{ kg} * 1 \text{ m}^3 / 106 \text{ mL} * 36 \text{ g NaCl} / 100 \text{ g H}_2\text{O} = 17,86 \text{ g NaOH}$$



Esto considerando la curva de solubilidad del cloruro de sodio en agua a diferentes temperaturas, mostradas a continuación.



Gráfica 3: Solubilidad Saponificación



Tabla densidad del agua

Densidad del agua líquida entre 0 °C y 100 °C

www.vaxasoftware.com

Presión externa: 1 atm = 101 325 Pa

Temperatura °C	Densidad kg / m ³	Temperatura °C	Densidad kg / m ³	Temperatura °C	Densidad kg / m ³
0 (hielo)	917,00	33	994,76	67	979,34
0	999,82	34	994,43	68	978,78
1	999,89	35	994,08	69	978,21
2	999,94	36	993,73	70	977,63
3	999,98	37	993,37	71	977,05
4	1000,00	38	993,00	72	976,47
5	1000,00	39	992,63	73	975,88
6	999,99	40	992,25	74	975,28
7	999,96	41	991,86	75	974,68
8	999,91	42	991,46	76	974,08
9	999,85	43	991,05	77	973,46
10	999,77	44	990,64	78	972,85
11	999,68	45	990,22	79	972,23
12	999,58	46	989,80	80	971,60
13	999,46	47	989,36	81	970,97
14	999,33	48	988,92	82	970,33
15	999,19	49	988,47	83	969,69
16	999,03	50	988,02	84	969,04
17	998,86	51	987,56	85	968,39
18	998,68	52	987,09	86	967,73
19	998,49	53	986,62	87	967,07
20	998,29	54	986,14	88	966,41
21	998,08	55	985,65	89	965,74
22	997,86	56	985,16	90	965,06
23	997,62	57	984,66	91	964,38
24	997,38	58	984,16	92	963,70
25	997,13	59	983,64	93	963,01
26	996,86	60	983,13	94	962,31
27	996,59	61	982,60	95	961,62
28	996,31	62	982,07	96	960,91
29	996,02	63	981,54	97	960,20
30	995,71	64	981,00	98	959,49
31	995,41	65	980,45	99	958,78
32	995,09	66	979,90	100	958,05



2. Análisis de Viabilidad

a. Viabilidad Técnica

El proyecto es técnicamente viable dada la disponibilidad de tecnología adecuada para la recolección y tratamiento de aceites usados.

La implementación de un proceso de saponificación permite convertir un residuo problemático en productos de valor agregado, como jabón y glicerina.

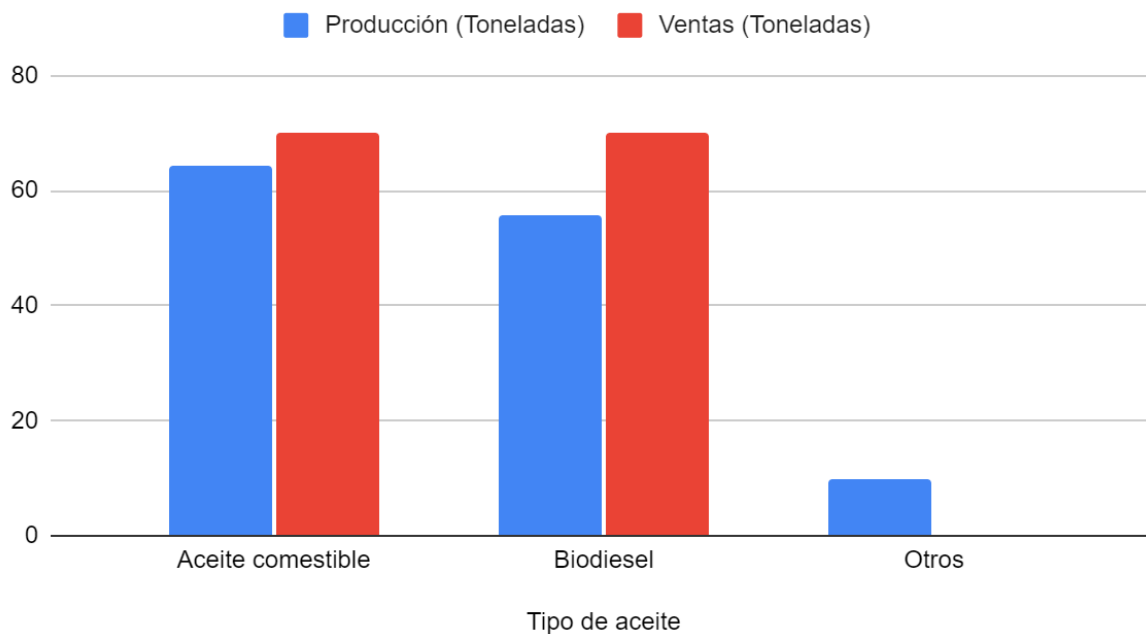
La saponificación es un proceso químico relativamente simple y bien establecido que puede adaptarse a diferentes escalas de producción. Existen diversas tecnologías de saponificación disponibles, desde procesos tradicionales hasta sistemas automatizados de alta eficiencia. La selección de la tecnología adecuada dependerá del volumen de aceites recolectados, los recursos disponibles y los objetivos del proyecto.



3. Sostenibilidad del Proyecto

Para determinar la cantidad de aceite vegetal usado en Colombia se tomó como base la información dada por Fedepalma, en la cual se evidencia que La producción de aceite vegetal aumentó en un 3.4% con respecto a la producción del año 2022, en el siguiente gráfico se puede observar la producción y las ventas de aceite vegetal en Colombia en 2023.

Producción y ventas de aceite vegetal en Colombia



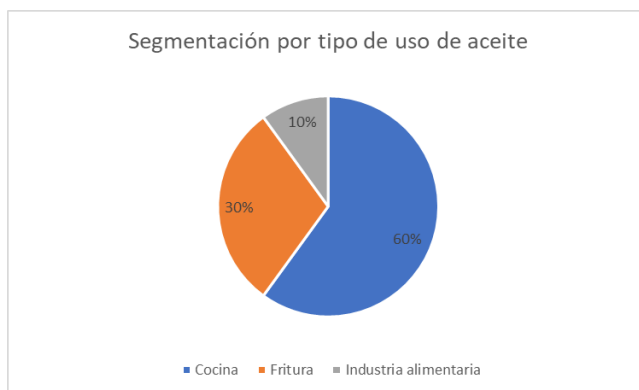
La anterior gráfica nos muestra los aceites comestibles son el segmento con mayor demanda en el mercado nacional, con un 49%, lo cual evidencia el gran alcance que puede llegar a tener este proyecto

Dentro del censo sociodemográfico encontramos que la población aproximada de chía es de 160.435 habitantes. Dentro de este censo se puede evidenciar la siguiente información sobre el consumo de aceites vegetales en el municipio:



Consumo anual de aceite vegetal:

- Estimado: 15.000 toneladas anuales.



De este modo se identificó que el proyecto promueve la sostenibilidad ambiental al reducir la contaminación de suelos y cuerpos de agua mediante la recolección y tratamiento adecuados de aceites usados. Además, convierte un residuo problemático en productos útiles y comercializables, contribuyendo a la economía circular.

Beneficios Ambientales:

- Reducción de la contaminación de agua y suelos.
- Menor obstrucción de sistemas de alcantarillado.
- Promoción de prácticas empresariales sostenibles en el sector gastronómico.

Beneficios Económicos:

- Generación de ingresos adicionales para los restaurantes a través de la venta de aceites usados.
- Creación de empleos en la gestión de residuos y producción de subproductos.
- Diversificación de la economía local mediante la producción de bioproductos.



4. Cumplimiento de Objetivos

- El análisis de costos y la implementación del sistema de recolección y tratamiento de aceites usados permiten cumplir con los objetivos propuestos:
- Mejorar la gestión de aceites usados en Chía.
- Sistema de recolección eficiente y frecuente.
- Tratamiento de aceites mediante saponificación.
- Reducir los impactos ambientales y de salud pública.
- Menor contaminación de suelos y cuerpos de agua.
- Disminución de obstrucciones en sistemas de alcantarillado.
- Generar beneficios económicos y promover la sostenibilidad.
- Ingresos adicionales para restaurantes.
- Producción de jabón y glicerina como subproductos comerciales.

Conclusión:

En conclusión, la solución técnica presentada para la recolección y tratamiento de aceites usados en los restaurantes de Chía no solo es viable económica y técnicamente, sino que también ofrece beneficios sustanciales en términos de sostenibilidad y salud pública, cumpliendo así con todos los objetivos del proyecto.



10. Análisis de Costos para el proyecto

Para realizar un análisis robusto de costos del proyecto de recolección y tratamiento de aceites usados en los restaurantes de Chía, se consideran los siguientes componentes: costos directos, costos fijos, gastos generales, inversión inicial (incluyendo costos directos e indirectos) y capital de trabajo.

(Se incluyen descripciones detalladas y se presentarán tablas para cada grupo de costos.)

1. Costos de operación

COSTOS DIRECTOS				
Concepto	Descripción	Costo Unitario (COP)	Ca nti dad An ual	Costo Anual (COP)
Mano de obra	Salarios del personal encargado de recolección y tratamiento	1.300.000	12	15.600.000
Materias primas	Insumos para el tratamiento de aceites	300.000	12	3.600.000
Servicios	Energía eléctrica, agua y gas necesarios para las operaciones	500.000	12	6.000.000
Transporte	Costo del combustible y mantenimiento de vehículos de recolección	800.000	12	9.600.000
Equipos de protección	Equipos de seguridad para los trabajadores	100.000	12	1.200.000
Mantenimiento de equipos	Reparaciones y mantenimiento de los equipos de tratamiento	400.000	12	4.800.000
TOTAL				40.800.000

COSTOS FIJOS		
Concepto	Descripción	Costo Anual (COP)
Arriendo	Alquiler del espacio para la planta de tratamiento	12.000.000
Servicios públicos	Luz, agua, gas	4.800.000
Impuestos a la propiedad	Impuestos municipales y otros	2.400.000
Seguros	Pólizas de seguro para la planta y el equipo	3.000.000
TOTAL		22.200.000



COSTOS GENERALES (Overhead)		
Concepto	Descripción	Costo Anual (COP)
Administración	Salarios del personal administrativo	18.000.000
Publicidad	Promoción y campañas de concienciación	6.000.000
Gerencia	Salario del gerente del proyecto	24.000.000
Otros gastos	Gastos varios (papelería, suministros, etc.)	4.800.000
TOTAL		52.800.000

2. Costos de Inversión Inicial

COSTOS DIRECTOS DE INVERSIÓN		
Concepto	Descripción	Costo (COP)
Equipos de recolección	Camiones, contenedores, etc.	120.000.000
Equipos de tratamiento	Máquinas y herramientas para el tratamiento	150.000.000
Instalación	Costo de instalación de equipos	20.000.000
Construcción	Adecuación del espacio para la planta	50.000.000
TOTAL		340.000.000

COSTOS INDIRECTOS DE INVERSIÓN		
Concepto	Descripción	Costo (COP)
Permisos y licencias	Licencias ambientales y de uso del suelo	10.000.000
Licencias de producción	Permisos para operar	5.000.000
Imprevistos	Gastos no previstos	15.000.000
TOTAL		30.000.000

3. Capital de trabajo

CAPITAL DE TRABAJO		
Concepto	Descripción	Costo (COP)
Materias primas iniciales	Insumos para los primeros meses de operación	6.000.000
Nómina inicial	Pago de salarios para los primeros meses	9.600.000
Otros gastos operativos	Gastos varios iniciales	3.600.000
TOTAL		19.200.000



4. Resumen de Costos y Análisis de Rentabilidad

COSTOS ANUALES DE OPERACION	
Concepto	Costo Anual (COP)
Costos Directos	40.800.000
Costos Fijos	22.200.000
Gastos Generales (Overhead)	52.800.000
TOTAL	115.800.000

COSTOS ANUALES DE INVERSIÓN INICIAL	
Concepto	Costo (COP)
Costos Directos de Inversión	340000000
Costos Indirectos de Inversión	30000000
Capital de Trabajo	19200000
TOTAL	389.200.000

5. Rentabilidad del Negocio

Para calcular la rentabilidad del negocio, es importante estimar los ingresos anuales. Supongamos que el servicio de recolección y tratamiento de aceites usados se ofrece a 100 restaurantes en Chía, y cada uno paga una tarifa mensual de 150,000 COP.

INGRESOS ANUALES ESTIMADOS		
Concepto	Descripción	Costo (COP)
Ingresos mensuales por restaurante	100 restaurantes * 150,000 COP/mes	15.000.000
Ingresos anuales por restaurante	15,000,000 COP/mes * 12 meses	180.000.000

UTILIDAD ANUAL	
Concepto	Costo (COP)
Total, Ingresos Anuales	180.000.000
Total, Costos Anuales de Operación	115.800.000
TOTAL	64.200.000

MARGEN DE RENTABILIDAD		
Concepto	Cálculo	Valor
Margen de Rentabilidad	(Utilidad Anual / Ingresos Anuales) * 100	(64.200.000 / 180,000,000) * 100: 35,67%



El análisis de costos muestra que la implementación de un sistema de recolección y tratamiento de aceites usados en los restaurantes de Chía es económicamente viable y presenta un margen de rentabilidad atractivo del **35.67%**. Este proyecto contribuirá a la sostenibilidad ambiental y mejora de la salud pública, y generará beneficios económicos significativos, haciendo que la inversión inicial sea justificable y atractiva para los inversionistas, y no solo puede mejorar la sostenibilidad ambiental y la salud pública, sino beneficios económicos que pueden incentivar a los inversionistas a apoyar iniciativas ecológicas.

La recuperación de aceites usados puede reducir significativamente la contaminación, transformando un desecho en un recurso valioso y promoviendo prácticas de negocio responsables. Además, la implementación de tales sistemas puede abrir caminos para la creación de empleos locales y el desarrollo de nuevas tecnologías en el sector de gestión de residuos.



11. Conclusiones

Conclusiones Generales del Proyecto

El proyecto de viabilidad técnica y económica para la recolección y tratamiento de aceites usados generados en los restaurantes de Chía ha permitido desarrollar una solución integral y sostenible que abarca desde la gestión adecuada de los residuos hasta la producción de productos de valor agregado.

A continuación, se presentan las conclusiones generales del proyecto:

- **Identificación y Definición del Problema:**

La gestión inadecuada de los aceites usados en los restaurantes de Chía representa un problema significativo tanto para el medio ambiente como para la salud pública. La falta de un sistema eficiente de recolección y tratamiento conduce a la contaminación del agua y el suelo, obstrucción de alcantarillados y riesgos de salud por manipulación insegura.

- **Justificación del Proyecto:**

Este proyecto es crucial debido a sus múltiples beneficios a nivel local, nacional e internacional. A nivel local, mejora la calidad ambiental y de vida en Chía, genera oportunidades de empleo y fomenta prácticas empresariales sostenibles. A nivel global, contribuye a los esfuerzos para combatir el cambio climático y promover la economía circular, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

- **Análisis de Requerimientos y Desarrollo Técnico:**

Se han identificado y detallado los requisitos técnicos y económicos necesarios para implementar el sistema de recolección y tratamiento de aceites usados. Esto incluye la provisión de contenedores especializados, un sistema de recolección semanal, transporte seguro y la implementación de una planta de saponificación para convertir los aceites recolectados en jabones y glicerina.



- **Análisis de Costos:**

El análisis de costos ha permitido definir los costos directos, fijos y overhead, así como los costos de inversión necesarios para la implementación del proyecto. Aunque el análisis inicial muestra una pérdida mensual, se han identificado oportunidades para optimizar los costos operativos y aumentar la rentabilidad mediante la ampliación de la base de clientes y la mejora en la venta de productos derivados.

- **Servicio Propuesto:**

Se ha propuesto un servicio de suscripción mensual para los restaurantes, con una tarifa de 150,000 COP, que incluye recolección, transporte y tratamiento de aceites usados. Además, los restaurantes recibirán jabones producidos a partir de sus propios residuos, lo que añade un valor adicional al servicio y fomenta la sostenibilidad.

- **Sostenibilidad y Beneficios Económicos:**

El proyecto no solo resuelve el problema de la gestión de aceites usados, sino que también genera beneficios económicos al convertir los residuos en productos comercializables. La producción de jabones y glicerina no solo ofrece una fuente adicional de ingresos, sino que también promueve prácticas empresariales responsables y sostenibles.

- **Impacto Ambiental y Social:**

La implementación de este proyecto reducirá significativamente la contaminación ambiental en Chía, protegiendo los recursos hídricos y mejorando la salubridad pública. Además, fomentará una mayor conciencia y educación sobre la importancia de la gestión adecuada de residuos, contribuyendo a un cambio positivo en las prácticas de la industria de servicios alimentarios.



- **Innovación y Desarrollo Futuro:**

La innovación tecnológica y la colaboración con instituciones educativas y centros de investigación son clave para mejorar continuamente los procesos de recolección y tratamiento. Estas alianzas estratégicas permitirán desarrollar nuevas aplicaciones para los productos derivados y expandir la red de recolección y tratamiento a otras áreas.

- **Conclusión Final**

En resumen, el proyecto de viabilidad técnica y económica para la recolección y tratamiento de aceites usados en los restaurantes de Chía ofrece una solución holística y sostenible a un problema ambiental y de salud pública significativo. La implementación de este proyecto no solo beneficiará a la comunidad local de Chía mediante la mejora de la calidad ambiental y la creación de oportunidades económicas, sino que también contribuirá a los esfuerzos globales para promover la sostenibilidad y la economía circular. Con un enfoque en la innovación, la eficiencia y la responsabilidad social, este proyecto tiene el potencial de convertirse en un modelo replicable para otras regiones y sectores.



12. Referencias

- Alcaldía Municipal de Chía: <https://chia-cundinamarca.gov.co/web/>
- Alcaldía Municipal de Chía: <https://chia-cundinamarca.gov.co/web/> instala contenedor para aceite de cocina usados. Bogotá.Gov.
- Cárdenas Ortiz, L. C., Vides, F. P., Samper, O. M., Martínez, R. F. O., Mosquera, Y. D., & Medina, D. E. H. (2023). Aprovechamiento del Aceite Residual de Cocina como estrategia de Proyectos Productivos para la disminución del Impacto Ambiental en la Comunidad Educativa de Grado Quinto de la Institución Francisco Javier Cisneros, Distrito de Buenaventura. *Ingeniería e Innovación*, 11(1).
- cárdenas Ortiz, L. C. ., Pineda Vides, F. ., Miranda Samper , O. ., Oyaga Martínez, R. F. ., Díaz Mosquera, . Y. ., & Hernández Medina, . D. E. (2023). Aprovechamiento del Aceite Residual de Cocina como estrategia de Proyectos Productivos para la disminución del Impacto Ambiental en la Comunidad Educativa de Grado Quinto de la Institución Francisco Javier Cisneros, Distrito de Buenaventura. *Ingeniería E Innovación*, 11(1).
<https://doi.org/10.21897/rii.3342>
- Censo Nacional de Población y Vivienda 2018:
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE):
<https://www.dane.gov.co/index.php/en>
- F_y_Q. (s. f.). *Interpretación de una gráfica de solubilidad (4429) - Ejercicios FyQ*.
<https://ejercicios-fyq.com/Interpretacion-de-una-grafica-de-solubilidad-0001>



- González Calderón, Á. M., López Segura, J. D., & Martínez Rodríguez, N. V. (2020). Propuesta de Recolección de Residuos Orgánicos del Municipio de Chía (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).
- LatinSpots.com. (s. f.). Ogilvy Colombia presenta Self-sufficient Food Cart. Latinspots.com. <https://www.latinspots.com/sp/noticia/ogilvy-colombia-presenta-self-sufficient-food-cart/65992>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024, February 26). Ministerio de Ambiente reglamenta disposición de aceites de cocina usados en el país.
- Noguera, I. B., & Noguera, I. B. (2021, 24 noviembre). ¿Qué es la saponificación? Ingeniería Química Reviews
- Noguera, B. 2020. ¿Qué es la saponificación?. Ingeniería química IQR. [online]. Available at: <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/07/saponificacion.html>
- Pinto Gómez, L. P., & Suárez Cuchimaque, M. J. (2016). Propuesta para el manejo de residuos orgánicos producidos en la plaza de mercado de Chía (Cundinamarca).
- Recoils 2023. Todos los Derechos Reservados. <https://recoils.com.co/puntos-limpios/>
- Revista completa 2023. Todos los derechos reservados <https://revistacompleta.com/fabricacion-de-jabon-historia-y-procesos/>
- Robles Valcarcel, P. (2014). Guía de laboratorio: química orgánica. [online] Repositorio académico Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Available at: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/313688/MA129_Guia_Laboratorio_2014-1_caratula%20nueva.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Uscategui Ciendua, W. N., & Sotelo Mejía, C. O. (2015). Diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR I) del Municipio de Chía



- VaxaSoftware. (s. f.-b). *VaxaSoftware page*.

https://www.vaxasoftware.com/doc_edu/qui/denh2o.pdf<https://ejercicios->